



武夷-台湾走廊带 成矿作用、深部过程 与资源潜力

张 达 高天钧 等著
吴淦国 王绍雄

地质出版社

武夷 - 台湾走廊带 成矿作用、深部过程与资源潜力

张 达 高天钧 吴淦国 王绍雄 著
王振民 吴克隆 吴建设 黄仁生

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 简 介

武夷-台湾走廊带是地处我国东南部并横跨台湾海峡的重要成矿区带。近二十年来海峡两岸找矿工作取得了重要进展,成矿作用及相关地质问题的研究也逐步深入。本书以构造演化-岩浆作用-成矿作用的研究为主线,结合深部过程的研究,对武夷-台湾走廊带区域成矿地质背景、大地构造演化、岩石圈三维结构特征及其对成矿的控制作用、区域成矿系列及成矿规律、典型矿床成因及区域成矿模式进行了深入总结及研究。在此基础上,对该区矿产资源潜力进行了进一步的评价及对比研究。

本书主题鲜明,重点突出,内容丰富,论证有据,研究成果切合实际应用,特别是对区域成矿规律及成矿系列的研究及深部构造和岩浆作用对成矿的控制等方面的论述为该区进一步找矿提供了科学的依据,并丰富了该区矿床学研究的程度。本书可供广大岩石学、矿床学、区域成矿学、矿产勘查等方面的同行、大专院校老师、研究生和野外地质勘察人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

武夷-台湾走廊带成矿作用、深部过程与资源潜力/
张达等著. —北京:地质出版社, 2006. 12
ISBN 7-116-04920-7

I. 武... II. 张... III. ①成矿区-地质调查-台湾省②武夷山-成矿区-地质调查 IV. P612

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第160087号

WUYI - TAIWAN ZOULANGDAI CHENGKUANG ZUOYONG SHENBU GUOCHENG
YU ZIYUAN QIANLI

责任编辑:李凯明 王璞

责任校对:李 玫

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路31号, 100083

电 话:(010) 82324508 (邮购部); (010) 82324576 (编辑室)

网 址: <http://www.gph.com.cn>

电子邮箱: zhs@gph.com.cn

传 真:(010) 82310759

印 刷:北京印刷学院实习工厂

开 本:787 mm × 1092 mm 1/16

印 张:11.75

字 数:280千字

印 数:1—600册

版 次:2006年12月北京第一版·第一次印刷

定 价:30.00元

ISBN 7-116-04920-7/F · 224

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社出版处负责调换)

前 言

20 世纪 80 年代以来, 武夷 - 台湾走廊带内找矿工作取得巨大进展。上杭紫金山铜矿、武平悦洋银金铜矿、会昌岩背锡矿、梅县嵩溪银锑矿、潮安厚婆坳铅锌锡矿、尤溪梅仙铅锌矿、资溪冷水坑银铅锌矿都达到大型 - 特大型的规模。此外, 还有 80 年代以前勘查或开采的超大型的清流洛坑钨矿和台湾金瓜石金铜矿。

众多大型、巨型矿床的出现在同一区带内不是偶然的, 是长期地质构造演化的结果。处于太平洋西岸的中国东南大陆经历了从吕梁运动至喜马拉雅运动长期多次复杂的地质构造演化史。在这一过程中始终伴随着矿床的形成、定位、改造。巨型矿集区又与岩石圈构造密切相关, 岩石圈的挤压、拉张、增厚与减薄, 决定岩石圈层物质相互作用的形式、岩浆岩性质和成矿元素分散与聚集。从壳幔深部找寻成矿作用的原因, 是研究成矿规律的关键课题。本书正是从大地构造演化、岩浆活动及其深部过程研究矿床的形成规律, 以期为区内资源潜力作出评估。

本书主要从以下几个方面对武夷 - 台湾走廊带进行了研究:

一、确立了大地构造演化阶段与主要成矿期。新太古代 - 古元古代为古大陆增生阶段, 古构造线以 NEE、EW 为主, 其间没有明显矿化; 中新元古代华夏古陆裂解成近于南北为主的多个裂谷 (裂陷槽), 形成与海底火山有关的 Cu、Pb、Zn、Ag、Au 多金属矿带。震旦系 - 下古生界扬子、华夏两板块经历了分离与会聚, 扬子板块向华夏板块俯冲是加里东期最主要的地质事件, 强烈的挤压和花岗岩侵入形成一批剪切带型金矿和伟晶岩型铌钽锡矿。海西 - 印支期, 本区南部经历了特提斯期海侵, 由于武夷隆起的阻隔, 使永梅坳陷成北东向海盆, 在裂陷最深部位, 见与中基性、中酸性岩喷发沉积有关铁、铜矿床, 在海进、海退序列碎屑与碳酸盐岩界面上, 发育一批铅锌矿床。燕山早期是太平洋板块向北西俯冲时期, 沿上盘的大断裂带有大规模的岩浆喷发与侵入, 形成巨大火山断陷带, 与 W、Sn、Mo、Pb、Zn 矿床形成有关。燕山晚期由于板块松弛或停滞, 构造动力由挤压变为拉张, 形成 NE 和 NW 网格状的火山断陷盆地和侵入岩带, 是福建最主要成矿期, Cu、Mo、Au、Pb、Zn、Ag、Sn 矿床多分布在沿海火山断陷带及北西构造带上。喜马拉雅期菲律宾板块与欧亚大陆弧陆碰撞带发育于台湾东部, 金瓜石浅成低温热液型金矿与奇美斑岩铜矿与此有关。

二、阐述了现代岩石圈的分层与变化特征, 揭示了中生代以来金属矿床多出现在莫霍面等深梯度带及转折端、居里面隆起与倾伏部位。研究了区内岩浆成因类型及岩石学特征所反映深部构造背景, 表明加里东期及晚侏罗世花岗岩具壳源花岗岩特征; 晚三叠世 - 早侏罗世、燕山晚期花岗岩类具壳幔混合源的 I 型花岗岩特征, 其火山岩系高钾钙碱系列, 具双峰式组合, 表明岩石圈处于莫霍面附近。拉张环境下生成岩浆与 Cu、Mo、Au、Pb、Zn、Ag 矿化有关; 与壳源花岗岩有关的挤压环境, 则与 W、Sn、Nb、Ta、Pb、Zn 有关。

三、区内岩浆岩分布广泛，从超基性 - 酸性岩均有分布，以酸性岩为主，成矿时期以燕山期为主。晚三叠 - 早侏罗世拉张断陷期，以幔源为主的高钛双峰式安山玄武岩（闪长岩） - 流纹岩组合，具低 Sr 高 Nd 的同位素初始值，与含钛贫铁矿与次火山斑岩热液 Sn 和 Cu、Mo 矿有关。中晚侏罗世，在政和 - 大埔断裂以西为 S 型花岗岩与 W、Sn、Mo、Bi、Ag、Pb、Zn 矿有关。白垩纪政和 - 大埔断裂以东为 I 型属壳幔混合源，永梅拗陷区为壳幔混合源 - 壳源。白垩纪是福建最主要成矿期，与 Cu、Mo、Au、Ag、U 等矿有关。台湾 Au、Cu 矿主要来自幔源。

四、按成矿系列将区内主要矿床划分为三个成矿系列组合、六套系列类型、十种成矿系列、二十八类矿床式。区内主要的大型 - 超大型矿与潜火山作用有关；变质作用及脆韧性剪切作用在金矿形成过程中起了重要作用；海底喷气（热液）沉积作用形成矿床极具找矿潜力；岩浆热液充填交代也可以形成大矿；分布最广数量最大的中小型矿是陆相火山作用和侵入接触交代作用共同作用的产物。

五、划分出七个控矿构造带，即武夷山带、闽中裂谷带、大田 - 梅州带、上杭 - 云霄带、浦城 - 宁德带、莆田 - 潮州带和台东带，并指出要寻找的矿种及要寻找的矿床类型。

六、对比研究表明东南沿海所在的东亚带具有最复杂的构造演化史，最显著区别在于中生代后期的演化。东南沿海金属矿床分带自内向外表现为：Au、Cu（台湾） - Pb、Zn、Ag、Mo、Sn（沿海火山岩带） - Cu、Au、Ag、Fe（闽西、粤东带） - W、Sn、Ag、Pb、Zn、Au、U（武夷山及以西地段）。

本书是在“中国东南地区（大别山 - 台湾走廊带）Cu、Au、Ag、Pb、Zn、Fe 成矿作用与资源潜力 - 成矿区带形成的四维结构”的亚专题报告的基础上完成的。本书的出版同时得到国家自然科学基金项目：“闽中火山成因块状硫化物矿床形成的古构造环境研究”（编号：40372050）、地质大调查项目“闽中古裂谷铅锌矿成矿规律研究”（编号：1212010533105）和“武夷山成矿带铜多金属成矿规律研究”（编号：1212010533105）的资助。参加本项研究的有张达、高天钧、吴淦国、王绍雄、王振民、吴克隆、吴建设、黄仁生等。亚专题研究工作得到了常印佛院士、邓晋福教授的指导，高天钧、吴淦国负责总体组织计划协调、确定编写大纲、审定报告全稿和编写前言，各章编写人员：王振民负责编写第一、三章，第二章由吴克隆，张达完成，第四章由王绍雄、高天钧、吴建设负责，第五章由高天钧、黄仁生完成，张达、吴淦国编写第六、七章。图件及部分文字处理由张达负责完成。

在本项目研究工作中得到福建地勘局、中国地质大学（北京）、安徽地勘局、福建地质调查院、测绘院、闽西地质大队、福建省区域地质调查大队等单位积极有效的支持与帮助，对上述单位和地质界同仁所给予的支持，谨表示衷心谢意。

目 录

前 言

第一章 区域地质构造背景	(1)
第一节 区域地层概况	(1)
第二节 构造单元划分及其特征	(10)
第三节 地质构造的若干特点	(14)
第四节 区域构造演化的基本特征	(17)
第二章 岩浆岩	(21)
第一节 闽、台岩浆岩的分期与分带	(21)
第二节 前加里东期及加里东期岩浆岩	(23)
第三节 海西-印支期岩浆岩	(25)
第四节 燕山期岩浆岩	(27)
第五节 喜马拉雅期岩浆岩	(42)
第三章 武夷-台湾走廊带岩石圈三维结构及其基本特征	(45)
第一节 武夷-台湾走廊带地球物理场基本特征	(45)
第二节 岩石圈三维结构基本特征	(49)
第四章 矿床成矿系列与区域成矿特征	(62)
第一节 成矿系列与成矿区带划分	(62)
第二节 区域成矿作用及成矿类型总述	(66)
第三节 武夷隆起区内成矿作用及成矿区带特征	(71)
第四节 永梅拗陷区内成矿作用及成矿区带特征	(85)
第五节 闽粤火山断陷带内成矿作用及成矿区带特征	(95)
第六节 台湾东部构造岩浆带的成矿作用及成矿区带特征	(106)
第五章 紫金山铜金矿床地质	(117)
第一节 成矿地质背景	(117)
第二节 矿床特征	(124)
第三节 矿床成因	(129)
第四节 成矿模式	(131)
第六章 区域成矿模式与成矿规律	(134)
第一节 成矿带成矿模式	(134)
第二节 区域成矿规律	(151)
第七章 矿产资源潜力评价	(169)
第一节 区域找矿方向	(170)
第二节 矿产资源潜力评价	(173)
参考文献	(177)

第一章 区域地质构造背景

第一节 区域地层概况

台湾海峡及邻区的辽阔范围均属东南亚大陆阶梯的第三阶梯，也是在菲律宾大洋海盆西北的大陆地壳和过渡型地壳上发育起来的独特构造区域。环太平洋的中新生代火山-侵入岩带、地震带和西太平洋的地热带均叠置发育于本区。自西而东，构成大陆丘陵-海峡-大陆岛-大洋海盆与大洋火山岛的空间配置格局。区内地层出露广泛，发育齐全。包括古元古界至中新元古界、古生界、中生界、新生界等4个大的地层断代，在跨越近30余亿年的地质历史中，除志留纪可能无沉积作用而缺失地层记录外，绝大多数地层或广泛或局部或连续或零星地出露。地层的总体框架和岩石地层特征，各分区均具特色（表1-1）。

一、地层区划

按照全国多重地层划分对比研究中的中国岩石地层区划，本区的地层区划或地层分区属华南地层大区的东南地层区（华夏地层区）与琉球-吕宋地层大区。在分区内又进一步做了划分（表1-1）。在台湾海峡及其东北与西南地区的海域内及闽、台两省，以陆、岛上地层面貌为据，各自作了三级地层区划。台湾海峡地带的海域和台东纵谷以西的台湾岛部分，统称高（雄）澎（湖）地层分区。台东纵谷以东的海岸山脉及其东部近海区，称为琉球-吕宋地层大区的海岸山脉地层分区。

二、前泥盆纪基底地层特征

泥盆纪以前形成的所有经区域变质、剧烈构造变动和岩浆喷发的正变质岩，构成了研究区的基底。基底地层包括古元古界（以麻源群为代表）、中元古界（以龙北溪群为代表）及新元古界（以楼子坝组为代表）的3套地层。研究区基底包括结晶基底和变质褶皱基底。遭受褶皱但不发育透入性片理的下古生界称为褶皱基底；经显著的区域变质和彻底构造置换的区域变质岩称为结晶基底。上述几套地层的客观存在，表明本区在一定范围内有复杂的基底地层结构。它们在武夷分区相对发育，且具有典型性，而在东部的高雄-澎湖分区可能只有上述的某一套或两套地层。海岸山脉地层分区的地壳属过渡类型，现今缺少有关基底地层的文献资料。

表 1-1 台湾海峡及其周边地区岩石地层与层序框架对比

岩石地层年代	地层分区	华夏地 层 区										琉球-吕宋地层大区	
		武夷山脉地层分区(A)				浙闽沿海地层分区(B)				高(雄)澎(湖)地层分区(C)		海岸山脉地层分区	
		I 北武夷山小区	II 南武夷山小区	III 龙(泉)建(瓯)小区	IV 永(春)建(瓯)小区	V 建(瓯)宁(德)小区	VI 建(瓯)浦(城)小区	VII 平(潭)南(平)小区	VIII 平(潭)南(平)小区	IX 冲积、海积层	X 冲积、海积层	XI 冲积、海积层	XII 冲积、海积层
新 生 界	第四系	全新统	全新统	全新统	全新统	全新统	全新统	全新统	全新统	全新统	全新统	全新统	全新统
	更新统	更新统	更新统	更新统	更新统	更新统	更新统	更新统	更新统	更新统	更新统	更新统	更新统
	上新统	上新统	上新统	上新统	上新统	上新统	上新统	上新统	上新统	上新统	上新统	上新统	上新统
	中新统	中新统	中新统	中新统	中新统	中新统	中新统	中新统	中新统	中新统	中新统	中新统	中新统
	渐新统	渐新统	渐新统	渐新统	渐新统	渐新统	渐新统	渐新统	渐新统	渐新统	渐新统	渐新统	渐新统
中生 界	白垩系	白垩系	白垩系	白垩系	白垩系	白垩系	白垩系	白垩系	白垩系	白垩系	白垩系	白垩系	白垩系
	上统	上统	上统	上统	上统	上统	上统	上统	上统	上统	上统	上统	上统
	中统	中统	中统	中统	中统	中统	中统	中统	中统	中统	中统	中统	中统
	下统	下统	下统	下统	下统	下统	下统	下统	下统	下统	下统	下统	下统
	侏罗系	侏罗系	侏罗系	侏罗系	侏罗系	侏罗系	侏罗系	侏罗系	侏罗系	侏罗系	侏罗系	侏罗系	侏罗系
古 生 界	石炭系	石炭系	石炭系	石炭系	石炭系	石炭系	石炭系	石炭系	石炭系	石炭系	石炭系	石炭系	石炭系
	上统	上统	上统	上统	上统	上统	上统	上统	上统	上统	上统	上统	上统
	中统	中统	中统	中统	中统	中统	中统	中统	中统	中统	中统	中统	中统
	下统	下统	下统	下统	下统	下统	下统	下统	下统	下统	下统	下统	下统
	泥盆系	泥盆系	泥盆系	泥盆系	泥盆系	泥盆系	泥盆系	泥盆系	泥盆系	泥盆系	泥盆系	泥盆系	泥盆系
元 古 界	震旦系	震旦系	震旦系	震旦系	震旦系	震旦系	震旦系	震旦系	震旦系	震旦系	震旦系	震旦系	震旦系
	上统	上统	上统	上统	上统	上统	上统	上统	上统	上统	上统	上统	上统
	中统	中统	中统	中统	中统	中统	中统	中统	中统	中统	中统	中统	中统
	下统	下统	下统	下统	下统	下统	下统	下统	下统	下统	下统	下统	下统
	太古代	太古代	太古代	太古代	太古代	太古代	太古代	太古代	太古代	太古代	太古代	太古代	太古代

注: 1. 含火山岩层位岩性符号 β—玄武岩, α—安山岩, λ—流纹岩;

2. 各个群、组与地质时代(代, 纪, 世)往往是不等等的穿切关系, 所示的整齐划一的对应只是便于表示而已;

3. 岩石地层①在②之上, 二者为叠覆关系;

4. III 表示地层缺失, ? 表示情况不明。

1. 元古代地层及其地质特征

据岩性特征及变质变形面貌并结合同位素地质年代学资料, 江西东北地区的周潭群、福建西南地区的桃溪组以及东海的灵峰片麻岩, 基本上可与福建的麻源群、浙江的八都群

对比, 至少它们中有相当部分的岩石组合可以划归为古元古代的地层层位中。在粤东的兴宁县所见变粒岩、片岩, 也可能与闽西南的桃溪组相当。福建东南沿海的澳角岩群, 其主体部分也属中-古元古界。

(1) 变质地层

古元古代变质地层由八都群、麻源群(含天井坪组)、周潭群和桃溪岩组等组成(图1-1)。八都群主要分布于浙西南龙泉、遂昌、松阳等地区。麻源群分布于闽西北, 包括大金山组和南山组。大金山组岩性以变粒岩和片岩为主, 普遍含有晶质石墨, 并夹灰绿色斜长角闪岩。局部见不纯大理岩透镜体。南山组岩性单一, 以云母片岩、云母石英片岩为主, 云母变粒岩为次, 含少量角闪变粒岩, 如果以晶质石墨和斜长角闪岩作标志, 麻源群的大金山组与八都群完全可以对比, 两者也同样遭受了广泛的混合岩化作用。

天井坪组建立于建宁里心地区, 下段为(砂线)二云片岩与黑云斜长变粒岩互层; 上段为黑云斜长变粒岩(含晶质石墨), 偶夹二云片岩, 部分地区夹斜长角闪岩。天井坪组遭受了较强的区域性混合岩化作用。

分布于武夷山南段和闽西南的桃溪(岩)组, 由长英变粒岩和片岩两套岩石组成。长英质粒岩包括钾长或斜长或二长浅粒岩、变粒岩(角闪斜长变粒岩、黑云变粒岩、角闪黑云变粒岩、斜长辉石角闪变粒岩); 片岩以绢云石英片岩、砂线黑云石英片岩、石榴砂线二云片岩、含蓝晶石片岩等为主, 受混合岩化作用强烈。桃溪组与麻源群在岩性上能较好对比, 其区别在于前者的晶质石墨矿化不够普遍。

福建东南沿海的区域变质岩, 现划归为前泥盆纪。然而, 侵入澳角岩群变粒岩、片岩的片麻状花岗岩与其接触关系截然分明, 反映出该花岗岩的形成温压条件未超过变粒岩、片岩成岩时的温压条件。上述片麻状花岗岩被晚侏罗世南园组火山岩覆盖, 其岩石特征与同位素地质年代资料均表明, 其时代为四堡期或晋宁期。花岗岩单颗粒锆石U-Pb法年龄组分别达到 (1135 ± 10) Ma、 (909 ± 10) Ma。这从一个侧面证明澳角岩群的时代早于晋宁期。

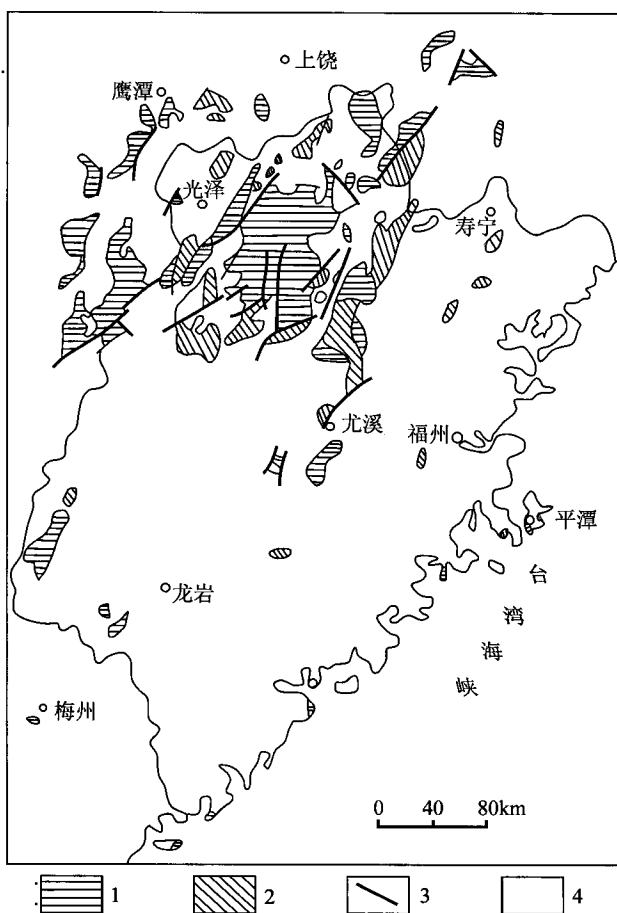


图1-1 台湾海峡西北地区古、中元古界露头分布略图
1—古元古界; 2—中元古界; 3—断裂; 4—其他地质体

(2) 同位素年代学

近几年来积累了较多的古元古界基底同位素年龄, 它们为揭示本区初始地质构造演化史和结晶基底的性质提供了证据。侵入八都群的花岗岩类的锆石 U - Pb 年龄介于 1837 ~ 1975Ma 之间, 所以 2000Ma 应是八都群生成年龄的上限。麻源群与八都群在空间上相连, 岩性上亦完全可以对比, 所以 2000Ma 也是麻源群年龄的上限。

麻源群的大金山组和八都群下部含有较多的斜长角闪岩, 其岩石化学成分和稀土元素配分模式相当于大陆拉斑玄武岩, 在构造环境判别图上落于岛弧环境。桃溪组 and 天井坪组含有大量的变粒岩, 其原岩主要为杂砂岩、长石砂岩, 有的长石含量高达 70%, 属贫石英低成熟度沉积。这表明古元古代地层形成过程的早期阶段, 可能有过岛弧 - 弧后盆地的成岩大地构造环境。由于在永定的桃溪组中发现了细碧岩, 其岩石化成分和稀土元素配分模式与大陆裂谷拉斑玄武岩较为吻合, 因此推测, 在桃溪组成岩过程中曾出现过短暂的陆壳裂谷环境。八都群和麻源群的高碳、富铝特征类似于早前寒武系孔兹岩系, 推测其形成于克拉通内硅铝陆缘广海盆地。这种单相的中高温变质作用类型, 通常出现在古元古代和太古宙原生地壳背景之上。

2. 中元古代地层及其地质特征

中元古代地层为福建的龙北溪群、浙江的龙泉群、江西的铁砂街群。这些地层有十分相似的共同特征: ①由变粒岩 (钠长、二长、斜长) 云母片岩、绿片岩、大理岩、白云岩、石英岩组成; ②各类岩石的组合关系、岩性、厚度在三维空间上变化都非常迅速, 其中的绿片岩与钙镁硅质岩石尤甚; ③原岩属海相火山质、陆源砂泥质和化学沉积的碳酸盐岩建造; ④所夹的火山岩往往属拉张环境下形成的酸性与基性双峰式火山岩组合; ⑤地层中部几乎均有铅、锌、铜、钴、金的似层状矿化发育于绿片岩中, 矿化具有区域性, 常有大中型有色金属矿床。这些地层中上部的透辉石英岩比较独特, 成为重要的节能矿物资源。大理岩、石英岩、白云岩也具有经济价值。

该地层在平面上呈条带状分布, 已知主要有 5 条。北东向的有 3 条, 它们是龙泉 (浙)、政和、尤溪、安溪 (闽) 的龙 (泉) 尤 (溪) 带, 长约 360km; 景宁 (浙)、寿宁、永泰 (闽) 的景 (宁) 永 (泰) 带, 长约 270km; 崇安、邵武、泰宁 (闽北的崇 (安) 邵 (武) 带, 长约 200km; 北东东向 1 条是江西的贵溪至广丰的贵 (溪) 广 (丰) 带, 长 100km 以上, 它是否可能与绍兴 (浙) 一带含铜细碧角斑岩等一套中元古代变质岩属同一个带 (中间不连续), 颇值得研究。此外, 尚有宁化至南平的北东东向带。

龙北溪群命名于 1962 年, 经重新厘定的龙北溪群, 下部为吴墩组, 中部为东岩组; 上部为芹山组 (大理岩、石英岩), 比较全面地反映了中元古代的一套裂谷型海相火山 - 沉积建造的总貌。

铁砂街群的岩性总貌类似龙北溪群。下部为变质石英角斑质凝灰岩夹火山角砾岩、片岩, 变细碧岩、条带状含钙长石石英大理岩; 中部为变石英角斑岩、变沉凝灰岩、变细碧岩; 上部为变玄武岩、变石英角斑岩、阳起绿泥片岩、绿帘阳起片岩、滑石方解石英岩夹大理岩、硅质岩、云母石英片岩、黑云绿泥片岩, 含似层状铜矿及铅、锌矿。

龙北溪群和龙泉群及铁砂街群的地质时代全岩 Rb - Sr 年龄 988Ma 和 951Ma 可以被认为成岩时代的上限, (1599 ± 88) Ma 暂视作龙北溪群生成年龄的可能下限。

3. 新元古代青白口纪地层及其地质特征

青白口系代表性地点为长汀西南的楼子坝、广丰东北的翁家岭，岩石地层名称分别为楼子坝组和翁家岭组。在两地分布面积均不大，楼子坝组为一套浅变质砂岩、细砂岩、绿泥绢云千枚岩，夹硅质层，厚度巨大。在区域动力变化作用之下达低绿片岩相（绢云母级）。

翁家岭组见于北武夷山西侧的江西广丰县翁家岭大洋亭剖面。翁家岭组底部为紫红色底砾岩（砾石成分为片岩碎屑），向上为灰黑色钙质粉砂岩、砂砾岩、紫红色凝灰质粉砂岩、千枚岩、板岩夹薄层硅质岩、泥岩、粉砂岩互层夹含锰硅质板岩及海绿石英砂岩，总厚约230m。其底部与中元古界田里组和铁砂街群呈角度不整合接触关系，二者之间还有几十厘米至数米厚的古风化壳。翁家岭组上为上墅组，由一套酸性火山熔岩和熔结凝灰岩组成，与翁家岭组呈平行不整合接触关系。

青白口系的时代在古生物与同位素年龄方面也有较多依据。上墅组酸性火山熔岩中锆石U-Pb表面年龄 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 为 $(790 \pm 8.6) \text{ Ma}$ ， $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ 为 $(821.2 \pm 9.2) \text{ Ma}$ ， $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 为 $(906.3 \pm 23) \text{ Ma}$ 。在翁家岭组沉积岩中还产丰富的微体化石，达19个种属之多。化石对比和同位素年龄及其层位关系均说明翁家岭组的时代应为青白口纪。

4. 震旦纪和早古生代地层

这是一套连续叠覆的活动性沉积的地层，几乎均由海相陆源石英、长石等碎屑构成的细碎屑岩夹硅质岩、碳酸盐岩、黄铁矿、磷矿、重晶石矿层等组成。出露分布在闽中、粤东北、武夷山脉西侧及东部地区。它们是在本区内总体上一个由西向东拓展的海盆内逐步形成的。震旦纪与寒武纪至奥陶纪分别构成两个由粗到细的沉积旋回。震旦纪晚期和寒武纪时沉积范围最大，其地层分布广泛，至寒武纪晚期和奥陶纪便逐步向西退缩，因而形成以闽西南和赣东北为代表的两个沉积物质楔形体。此外，在江西石城和福建宁化至明溪的北东东向地带出露有震旦纪的酸性火山岩（角斑质和石英角斑质岩石）及碎屑岩组成的一套海相地层，富含钠质，系在裂隙环境下形成的，甚为独特。

三、泥盆纪至中三叠世地层及其地质特征

晚古生代至中三叠世地层之上被上三叠统文宾山组不整合覆盖，下与前泥盆纪地层不整合接触（有的地方为加里东期花岗岩），主要分布在3个区带，即赣东北地区的广丰、铅山、上饶、光泽至鹰潭的北东东带，简称赣东北地带；闽西南及粤东北的将乐、顺昌、南平、永安、大田、龙岩、永定、长汀、瑞金、梅州等地的北北东向的地区，简称永（安）梅（州）区；中央山脉东麓的花莲、台东等县市的北北东向带，简称中央山脉地带。台南钻孔揭露到的大理岩，推测为中央山脉地带该地层的组成部分。闽东北至浙东南的福鼎市南溪的石炭系，岩性与岩相较为特殊（南溪组），属海相过渡型沉积，它有可能与中央山脉带相连。

1. 沉积类型

这套地层的沉积类型主要为稳定型, 次为过渡型。稳定型沉积主要分布在赣东北一带和永梅区, 以浅海相、海陆交互相为主, 陆相次之。底层(上泥盆统和下石炭统)底部碎屑岩层和顶层(中三叠统)即顶部碎屑岩层为陆相; 中部为海相与海陆交互相, 是这套地层的主体部分。泥盆纪晚期碎屑岩和石炭纪早期沉积物属陆相河流-湖泊与山间盆地沉积类型。部分地区(如龙岩、梅州等地)可能存在河口三角洲沉积, 后期则有滨海相及浅海相沉积。中石炭世至早二叠世早期沉积物为浅海碳酸盐岩, 而此碳酸盐岩层之底与顶部在某些带常有硅质岩层。早二叠世中期至早三叠世沉积物系浅海相、海陆交互相、陆相、浅海相的陆源碎屑岩含煤建造及钙硅质碎屑岩, 其中以早二叠世中期文笔山期含海绿石暖水型细碎屑岩沉积范围最为广泛, 其在古陆的中心闽北建阳也有沉积。中三叠统陆相萎缩型干热环境的陆源红色碎屑岩层, 只在陆表海海水淡化后封闭的内陆湖盆地有所沉积。

过渡型沉积分布在中央山脉带和福鼎(南溪组)等地, 主要是浅海相碳酸盐岩和半深海相的细碎屑岩及碳酸盐岩与基性火山岩类。依海西期花岗岩类研究新成果, 对大南澳群重新厘定划分为3个组(表1-1)。

2. 普遍的穿时与物质建造楔形现象

现有的地层记录表明, 闽北与浙西南的建宁、泰宁、崇安、浦城、龙泉、遂昌等地, 无论是沉积的早期与高潮期, 未接受泥盆纪至三叠纪的沉积物, 构成一个海侵高潮期的狭长隆起区及伸向海域的半岛以及外围的许多岛屿。在泥盆纪-石炭纪开始的陆相沉积之早期, 研究区的华夏古陆范围内都是加里东期陆壳褶皱带与前震旦纪的古陆地。当自粤东、闽中的陆表海盆的海水向本区中心区域侵入与地壳下降时, 在形成叠覆与侧覆性沉积的过程中, 杭州金华一带的海水与湘中、赣西的海水在赣东北相汇合, 梅州来的海水逐步侵入到将乐乃至到建阳, 形成平面空间上3个舌状超覆沉积体, 致使大区域内陆表海沉积成因的岩石地层普遍穿时, 每个舌状体的两侧也同样造成地层穿时现象, 形成边缘碎屑岩相。如泥盆系的安砂群和石炭系林地组, 在永定达2300m以上, 龙岩达2100m以上, 但到大田减至600余米; 至北部的将乐、南平便只见船山组石灰岩之下有几米至50~70m的石英砾岩及砂岩, 覆于前震旦纪地层之上。这套粗碎屑沉积岩从岩石地层尺度看, 无疑相当于安砂群, 然而其地质时代已相当于中晚石炭世, 在历时90Ma的时间间隔内, 在南北相距220余千米的地理空间, 同一岩石地层便跨及两个纪; 同样, 东部的戴云山脉的南靖、安溪、德化一线, 西部的武夷山脉的武平、长汀、宁化也有类似现象。海进层序形成了典型的沉积建造楔状体或舌状体。

海退沉积建造也有类同海进沉积建造的特征。仍以永梅区为例, 自晚二叠世翠屏山期成陆而广泛海退后, 海侵范围再未达到高潮期的范围, 海退形成的地层也同样有穿时现象, 所不同者只是与海侵时出现的情况相反, 顶层穿时, 同一个岩石地层单位在不同地区的顶部层不是等时面, 如下三叠统溪口组, 在清流厚约300m, 而在大田桃源则厚近2000m, 虽然它们的沉积环境及其岩石面貌与生物特征总体特征相若, 但它们各自时间内涵是大不相同的。可见海退过程沉积形成的沉积建造楔状体, 也类似于海进的楔状体。海

进与海退层系两者在本区构成一个统一的完整的典型楔状体。永梅区如此（图 1-2），赣东北带也相若。至于中央山脉带的情况可能比较特殊，但从福建东部存在的一个加里东期及更早的古陆来判断，中央山脉带的晚古生代地层也是一个向大陆尖灭的沉积楔状体。

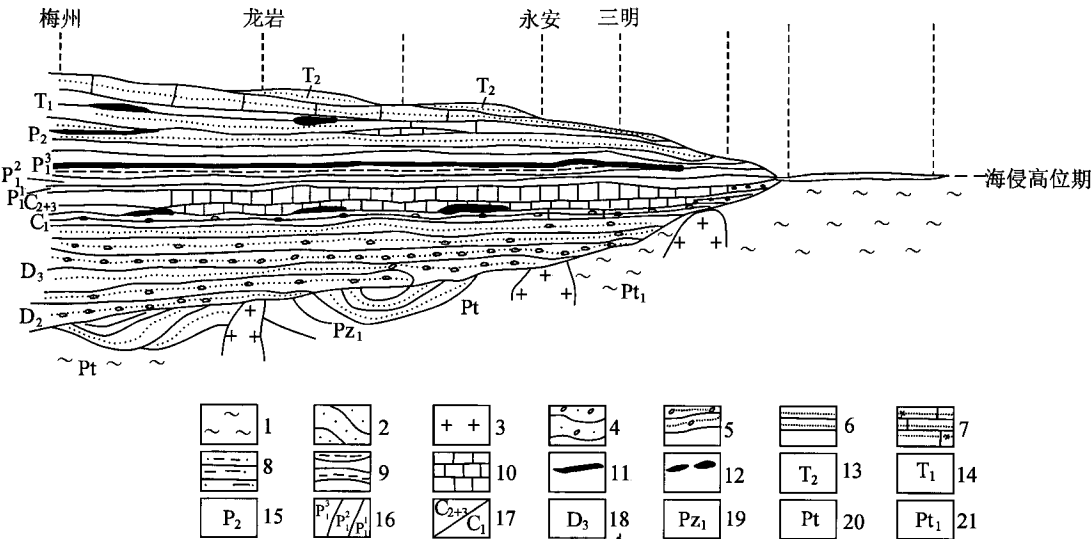


图 1-2 永安 - 梅州地区晚泥盆世至中三叠世沉积地层楔状体与穿时特征

1—变粒岩、片岩；2—变质砂岩；3—前泥盆纪花岗岩；4—砾岩；5—砂泥岩；6—砂岩；7—钙质砂岩（局部含火山物质与角岩）；8—砂岩、粉砂岩；9—粉砂岩、泥岩；10—石灰岩；11—煤层；12—铜铁铅锌硫矿层；13—中三叠统安仁组；14—下三叠统溪口组；15—上二叠统翠屏山组；16—下二叠统童子岩组/文笔山组/栖霞组；17—中上石炭统船山组 + 黄龙组/下石炭统林地组；18—上泥盆统安砂群；19—下古生界；20—元古宇（未分）；21—古元古界

3. 地层形成过程中的构造与岩浆活动性

在本区的漫长海侵穿时过程中，永梅区及赣东北带的岩相类型及分布格局，表明在华南普遍存在裂隙作用并有多种重要迹象。

1) 在平面空间上连续沉积的海相层中，有一系列间隔式厚度较大、岩性变化的带状沉积岩，如中下石炭统的经鑫组硅质岩、泥质灰岩、细碎屑岩，黄龙组下部的硅质岩、角砾状灰岩；下三叠统溪口组中透辉绿帘角岩、角岩化粉砂岩夹硅质岩条带的岩石组合。

2) 火山活动的现象比较普遍。在梅州的玉水铜锌矿、赣东北铅山县永平铜硫矿的石炭纪碎屑岩与碳酸盐岩交界处的细碎屑岩中有薄层凝灰岩，马坑铁矿可见数层玄武岩夹于石炭纪细碎屑岩层内，华安下三叠统溪口组角岩化硅质粉砂岩中发现有火山碎屑岩。龙岩后田铅锌锰硫铁矿的稳定同位素资料表明铅锌矿系岩浆热流成因。溪口组中带状或不规则状展布的角岩，其形成温度显然超过上覆与下伏细碎屑岩地层，它是一种水热蚀变岩。大南澳群中的中基性火山岩变质成的绿片岩与矿化也较发育。由此可见，海底火山 - 热液作用是存在的，而且比较普遍，它们呈热槽或链式热点分布。

3) 上述比较特殊的沉积体与火山活动现象，发生于张性断陷式海槽（简称裂陷槽）内，反映了一种拉张动力学环境下的陆表海沉积特征。

4) 裂陷槽主要位于水下隆（如胡坊 - 永定）海盆边缘与古陆过渡地带海域中准同生

断裂带（如龙岩马坑—中甲，安溪潘田—德化阳山等）中。

5) 裂陷槽主要地质时代有早—中石炭世、早三叠世。其中前者规模大、分布广；后者主要分布在永梅地区。

在上述裂陷作用过程中，在各个裂陷槽内都有火山—热液型铁、铜、铅、锌、硫的似层状矿化现象，并呈带状分布。

四、晚三叠世至白垩纪地层

本区晚三叠世至白垩纪地层分布广泛。在海峡及海岛上主要属地下地层，经在澎湖、台南、台西南海盆中钻孔揭露而证实其存在，在大陆地区断续出露于广大范围内。地层分陆相和海相两大类型，再分为稳定型、过渡型、过渡—活动型沉积类型。

1. 沉积类型

陆相稳定型沉积，主要有赣东北和浙南安源组、乌灶组、林山组等晚三叠世至早侏罗世内陆湖盆含煤碎屑岩；闽北上三叠统焦坑组、下侏罗统梨山组内陆湖盆含煤碎屑岩，闽西南和粤东北上三叠统大坑村组、下侏罗统梨山组、中侏罗统漳平组红色内陆湖盆碎屑岩；武夷山脉东西两侧及莲花山脉一带的内陆湖盆地红色含膏盐碎屑岩。中侏罗统之前属暗色沉积；中侏罗统及白垩系属红色沉积。

陆相过渡型沉积，主要有福建、粤东北上三叠统文宾山组、小坪组等陆相河湖沼泽盆地含煤碎屑岩内夹安山岩、玄武安山岩；闽西南、粤东北下侏罗统象牙群陆相间海相含煤碎屑岩与火山岩。

陆相过渡—活动型沉积（火山），主要有浙闽赣粤的晚侏罗世和白垩纪的陆相火山岩类及其同空间相关的沉积岩类，主要分布在东部沿海地带。

海相过渡型沉积，已知主要有台西南盆地侏罗纪深海黑色泥岩，也可能包括台东发现的含鞭毛藻的黑色泥岩；台南和澎湖地区白垩纪海相含钙质超微化石的陆源碎屑岩夹石灰岩、火山岩，部分地区为陆相河流湖盆碎屑岩。

2. 中生代地层岩相及分布特点

(1) 岩相类型

在大陆地区以陆相为主，间夹海相，海峡及台湾则以海相为主，底部或边缘碎屑层常见。海相沉积的白垩系云林组在云林县北港2号钻孔厚度为530m，而其南7km处的北港3号钻孔便减为63m。

(2) 地层的形成与分布受构造制约

1) 不同大地构造单元上的地层特点各异。在陆隆海隆的相对格局下，海峡及其东部和南部的侏罗纪、白垩纪地层主要是海相活动类型沉积，呈面式分布；大陆主要是陆相稳定、过渡型沉积类型，主要呈线式分布。

2) 大陆地层主要形成于北东、北北东、北东东及北西向印支期与燕山期断陷地堑式、半地堑型断陷式盆地及河谷盆地中，沉积型与火山型地层概莫能外。已知的福安—南靖、寿宁—尤溪、政和—大埔、邵武—河源、鹰潭—安远、江山—绍兴、上杭—云霄等断

裂，控制着地层的形成与展布。

3) 地层形成的构造应力环境交替多变。第一个层系的上三叠统至下侏罗统的象牙群火山岩，其岩石化学性质具双峰式拉张应力环境的特点；第二个层系火山岩类地层的火山岩，岩石化学性质具单峰挤压应力环境特点；第三个层系火山岩岩石化学特征，又表现为双峰式拉张应力环境；反映出燕山期在本区内至少有 3 次大的应力状况转换。

4) 白垩纪以来，地层的垂向空间反差巨大。海峡中白垩纪地层掩埋深度为 8 ~ 9km，而邻近的福建沿海白垩纪大致同期地层则暴露地表高达数百至千余米；在平潭地区，横向平面相距约 100km，落差约 11km，平和地区横向平面直距约 190km，垂直落差约 10.2km。这反映出白垩纪之后陆地大幅度上升，海峡大幅度下降致使地层保存状况有天壤之别。究其原因，直接的因素同白垩纪开始形成的台湾海峡陆缘裂陷与沿海地壳减薄有关。

5) 陆缘构造高应变带特征在地层中有清楚的反映。中生代地层是在欧亚大陆地壳与太平洋板块洋壳相互会聚作用的大地构造背景上形成与发展起来的，从现在保存的地层记录可知，总体上地层沉积（火山）类型是东部活动性大，西部活动性小。

6) 岩石地层穿时现象极其普遍。结合古生物资料与同位素地质年龄分析，常常发现同一岩石地层单位（组级）在不同盆地不同带或同一带的不同地段，穿时现象非常普遍，如晚侏罗世火山岩的岩石地层，在闽江以南的广大地区其同位素地质年龄为 142 ~ 157Ma，而在闽江以北和浙东南地区则往往是 140 ~ 120Ma，明显的已跨及早白垩世。这反映了晚侏罗世开始的火山喷发，由南向北层位逐步由低而变得抬高起来。对于岩浆活动而言，便是岩浆活动过程的迁移性与地壳运动的穿时性。

五、新生代地层

研究区所广泛分布的新生代岩石地层有相当大的差异性。闽粤大陆地带在白垩纪后期大幅度大范围隆升背景上缺失早第三纪沉积，晚第三纪中后期至第四纪始在山间河谷盆地与滨海带，形成零星分布河湖相与滨海相陆源沉积间夹火山岩地层。

台湾海峡地带自白垩纪起始为大陆型地壳陆架裂陷，形成一套总体上经较连续的陆源碎屑岩间夹深源火山岩与生物源（煤、石油）的巨厚的地层体，它的基本特征在北东—南西方向上变化不大，而在北西—南东方向的横断面上为一巨型透镜体，且呈现出由早到晚的双向超覆与退覆。这套冒地槽沉积建造在邻近太鲁阁隆起带的部分，其以褶皱为主的变形程度自西向东逐渐由明显达至强烈地步。台湾海峡地带地层基本上为水体覆盖。台北地区晚第三纪沉积地层中叠夹火山热液蚀变体，构成典型的现代成矿作用。

太鲁阁地带的新生代地层是在台湾海峡沉积范围扩大的鼎盛时期形成的，现今出露保存于太鲁阁隆起带北、西、南及东南侧，分布零散。

台湾东部边缘地带处于陆壳与洋壳之间的过渡型地壳上，形成一套过渡型与活动型地层，此岩石地层整体上显示出横断面形态为一陆侧厚洋侧薄的楔状，其中有中—基性火山岩与次火山岩建造以及夹杂大小各异的外来岩块（蛇纹岩、砂岩等）混杂堆积。

以上四个地带新生代岩石地层的实质性差异，成为这一地质时期西太平洋的洋陆相互作用的一个典型地段。

第二节 构造单元划分及其特征

研究区的空间范畴主体部分属欧亚大陆板块，仅台东纵谷以东的海岸山脉属太平洋板块中的菲律宾板块上吕宋弧的一部分，它们可被看作区内的一级构造单元。依据构造性质和地壳演化历史的差异，大陆板块部分可划分为若干二三级构造单元。由于一个地区的地壳性质随演化历史而改变，不同地史阶段有不同的大地构造格局，所以在整个地史期间，构造单元的性质应是动态概念，构造单元的划分不是固定不变的，因此，在叙述各单元特征时，将会突破现在划定的构造单元界线。

一、华夏古陆（华夏陆块）

华夏古陆北界为江山－绍山断裂带并与江南古陆相毗邻，西界为鹰潭－安远断裂带并同华南加里东褶皱带相接，东界为台东纵谷断裂，东北部向黄海延展，南界为珠江口外盆地，西南部地区同海南岛连成一体，外形呈北东向展布。它是中国古陆块中较小的一个块体。各个地域有不尽相同的地壳演化历史与区域地质特征，然而它们之间有一个类似的起始状态和类似的褶皱结晶基底，以此同周围地区地质演化相异而作为重要的区分标志之一。

华夏古陆的特征主要有以下几点：

- 1) 起始于古元古代之前的以内硅铝层为基础的岩石之上。
- 2) 地壳类型属典型的大陆型地壳，厚度为 27 ~ 36km，一般在 30 ~ 32km 之间，地壳结构具有分层清楚的特点。
- 3) 古陆内奠基性的第一个结晶褶皱基底地层麻源群等，在古陆西部和西南部广泛而又相当零散地分布，仅在武夷山脉北段的东西两侧比较发育。
- 4) 叠覆于古元古界之上的各断代岩石地层均复杂多变，横向不易对比。
- 5) 上地壳经历了多旋回的地壳运动，武夷（中条、吕梁）运动使华夏古陆基本定型，四堡运动使裂解的古陆再次固化，晋宁运动时完全定型。之后的加里东、海西、印支、燕山、喜马拉雅运动又对古陆进行各有特色的改造与建造，使古陆面貌变得模糊。
- 6) 断裂构造成为古陆形成之后最主要的构造类型，地质历史中挤压、拉张及扭动的构造应力场交替出现，形成北东、北北东、北东东以及北西向区域性大断裂，燕山期及其以前的地壳运动几乎都形成韧性剪切断裂带。
- 7) 岩浆岩分布广泛，各个构造期都有先喷发后侵入的岩浆岩形成，尤以酸性岩浆岩占主导地位，燕山期的 3 个亚期的火山－侵入作用形成的双系列岩石组合相当典型。
- 8) 古陆的大陆地区构成一个单独的富钾、高硅、富铀、钍、钽、铋等元素的地球化学区。

二、华夏古陆内的次级地质构造单元

依据华夏古陆内一定区域在地质历史阶段所保存的具有明显区域特色的典型地质现象

可将其同其他区域区别开来,这种有共同的地质基础,而又有明显差异的区域共计 6 个(图 1-3),它们也可称为三级构造单元。

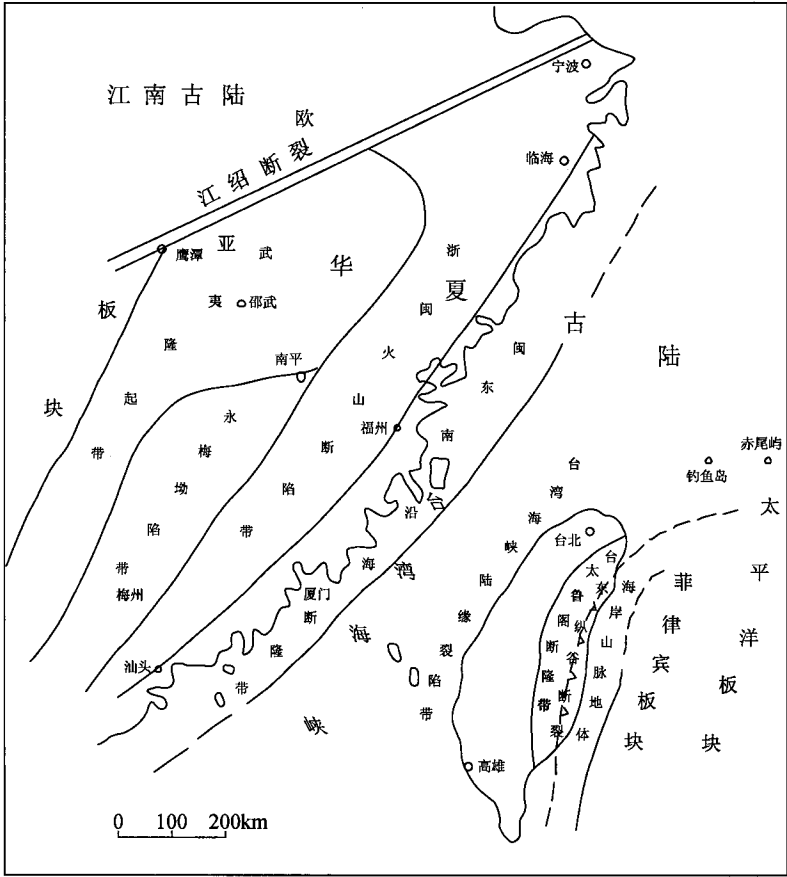


图 1-3 台湾海峡及其邻区地质构造单元划分

1. 武夷隆起带

其北界和西界分别为江山-绍兴断裂带和鹰潭-安远断裂带,并分别与江南古陆和赣中南褶皱带相邻;东界为政和-大埔断裂带;其西南方向以宁化-南平中元古代裂谷带为界,转而与清流-上杭一线相接。宁化-南平一带在震旦纪早期仍有陆内裂谷的记录,加里东、印支、燕山、喜马拉雅期仍有褶皱、断裂和岩浆侵入,沿北东东向带形成岩体带与复杂的构造带。

武夷隆起带由古元古代结晶基底组成,也可能隐伏有更古老的基底或陆核。这些变质岩系的原岩主要为砂页岩类陆源碎屑沉积岩,推测形成于大陆边缘较稳定的广海盆地。大约在 1900Ma 的武夷造山运动中受到强烈的褶皱和角闪岩相到高绿片岩相区域变质作用,还有中酸性-酸性花岗岩侵入。中元古界-震旦系一下古生界呈线、带状分布于武夷山脉的中、南段,属海相砂泥质碎屑岩、杂砂岩和火山岩复理石建造,推测当时的构造环境为陆内裂谷化的大陆边缘。震旦系一下古生界的性质属非典型的“盖层”,不仅因为其建造内容为非地台型,更主要的是,它在加里东运动中全面褶皱形成褶皱带。这个褶皱带的南